This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

bach

tersuchung des

Jena.

890.

J. C. Brauner
Cata.

Mikroskopische Untersuchung

des

Schaumkalkes bei Jena.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

philosophischen Fakultät zu Jena

vorgelegt von

Hans Schillbach
aus Jena.

Jena,
Frommannsche Buchdruckerei
(Hermann Pohle)
1890.

W 1

552.5
S334

741306

STANFORD LIBRARY

Meinen geliebten Eltern

in Dankbarkeit

gewidmet.

Inhalt.

1. Einleitung 1
2. Geschichtliches 3
3. Makroskopische Beschreibung 8
4. Mikroskopische Untersuchung 12
Herstellung der Präparate.
Präparate aus dem Steinbruch am Schwabhäuser Grund.
Präparate aus dem Steinbruch von der ONO-Seite des Schneckenbergs.
5. Die diskordante Parallelstruktur 28
6. Oolith-Bildung und -Auslaugung 32

In der Schichtenreihe des Thüringer Muschelkalkes macht sich durch ihr konstantes Auftreten, durch ihre Farbe und besonders durch ihre Struktur eine Schicht vor allen anderen bemerklich: es ist dies die Schaumkalkbank im unteren Muschelkalk, die überall, wenn auch nicht in der gleichen Mächtigkeit, so doch stets mit derselben feinporösen Beschaffenheit auftritt.

Gerade in der Umgebung Jenas, namentlich im Mühlthal, giebt es zahlreiche Aufschlüsse, welche dem Beschauer die Eigentümlichkeiten des Schaumkalkes vor Augen führen.

Hauptsächlich zeichnet sich hier der Schneckenberg aus, indem man in den Steinbrüchen, welche in denselben eindringen, den Schaumkalk nicht allein in seiner ihm eigenen Erscheinungsweise ganz vorzüglich zu sehen bekommt, sondern auch noch eine neue, rätselhafte Bildung wahrnimmt. Eine Bildung, welche in der Litteratur noch nicht Erwähnung gefunden hat; sie scheint sich auch nur auf den Schneckenberg zu beschränken, denn in der nächsten Nähe auf der anderen Seite des Thales ist nichts mehr davon zu bemerken. Sie ist aber so eigentümlich, daß eine eingehendere Besprechung am

Platze zu sein scheint. Hier sei nur erwähnt, daß der Schaumkalk vom Schneckenberg abweichend von allen anderen bekannten Fundstellen eine deutliche diskordante Parallelstruktur aus abwechselnd hellen und dunklen Streifen durch die ganze Bank aufweist. In einem besonderen Abschnitt soll der Versuch gemacht werden, diese Erscheinungsform zu erklären.

Diese Betrachtung darf aber nicht zu weit ausgedehnt werden, denn das Thema lautet ja: mikroskopische Untersuchung des Schaumkalkes bei Jena, daher muß diese den Mittelpunkt bilden, und erst an sie können sich andere Betrachtungen anreihen, welche auf die Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung gestützt sind.

Die am meisten verbreitete Ansicht über den Schaumkalk ist bekanntlich die, daß seine Poren durch Auslaugung von Oolithen entstanden seien; es ist nun merkwürdig, daß gerade der Schaumkalk seiner Oolithe verlustig gegangen sein soll, während doch die oolithischen Gebilde anderer Formationen keine Veränderungen erlitten haben. Ist die Ansicht wirklich richtig, dann müssen während der Bildung des Schaumkalkes noch besondere Verhältnisse obgewaltet haben, auf die man vielleicht nur mit Hülfe genauester Untersuchung des jetzigen Gesteins schließen kann. Daher soll am Schlusse der Arbeit, gestützt auf die Resultate der mikroskopischen Untersuchung, eine Erklärung der Bildung und der Auslaugung der Oolithe, wie sie sich im Schaumkalk darbieten, versucht werden.

Geschichtliches.

Welches Interesse dem Schaumkalk wegen seiner Eigentümlichkeit von den Geologen entgegengebracht wurde und wird, und mit welcher Schwierigkeit eine Erklärung für seine Bildung gefunden werden kann, sieht man an der Litteratur, welche in kurzer Zeit über diesen Gegenstand in hohem Maße angewachsen ist.

Die Arbeit würde zu ausgedehnt werden, sollten hier alle Autoren, welche über den Schaumkalk geschrieben haben, Erwähnung finden; es mögen nur einige citiert werden, die auf die Ansicht über die Entstehung des Schaumkalkes durch ihre Untersuchungen von besonderem Einfluß gewesen sind. An der Spitze steht Quenstedt, der in seinem »Flötzgebirge Württembergs« Seite 55 sagt: »In dieser Region (untere Lagen des Hauptmuschelkalkgebirges) nehmen die Kalke ziemlich allgemein ein feinporöses Gefüge an, Schaumkalk genannt; die Poren oft nicht größer als Nadelstiche, aber in solcher Zahl, daß sie nicht selten so viel Raum einnehmen als der Kalk selbst. Dabei lieben die Schaumkalke lichtere Farben . . . . . Auffallend genug sind die Löcher rund, als hätte ein feines Rogensteinkorn darin gelegen, und wenn man in dieser Region (Marbach bei Villingen) wie am nordwestlichen Harze (Straße von Langelsheim nach Seesen) noch wirkliche Oolithe findet, so fällt uns die Vermutung ein, diese Schaumkalke dürften einst Oolithe gewesen sein, welche

durch irgend einen Zersetzungsprozeß die leichter zersetzbaren Oolithkörner verloren haben."

v. Strombeck ist ähnlicher Ansicht; auch Eck, der die Oolithe in seiner Abhandlung über Rüdersdorf genauer beschreibt:

»Die Oberfläche der einzelnen Kügelchen ist glatt, ihre Größe gewöhnlich kleiner als 1 mm und in ein und derselben Schicht ziemlich gleichmäßig. Zuweilen werden 2, selbst 3 Kügelchen von einer gemeinsamen Hülle umgehen, wodurch ellipsoidische und unregelmäßige Formen entstehen. Deutlich tritt die konzentrisch-schalige Zusammensetzung bei beginnender Verwitterung hervor. Wie bei den hohlen Geschieben nehmen die letztere und die Auslaugung der Oolithkörner im Innern derselben ihren Anfang; denn man sieht häufig bei ihrer Zerspaltung, daß den äußeren unversehrt erhaltenen weißen Schalen der Kügelchen nach innen eine gelbe zerfressene Masse, welche indes zuweilen noch die konzentrisch-schalige Textur erkennen läßt, und endlich im Mittelpunkt ein Hohlraum folgt. Waren zwei Kügelchen von gemeinsamen Hüllen umgeben, so hat die Auslaugung zuweilen nur eine derselben betroffen, und man gewahrt dann innerhalb der unversehrten, früher gemeinsamen Schalen nur ein erhaltenes Kügelchen, während der übrige Raum teilweise entweder nur mit dem mehligen Residuum der Auslaugung oder außerdem noch mit sekundär gebildeten Kalkspatskalenoëdern ausgefüllt wird. Auch der Fall wurde beobachtet, daß das erhaltene Kügelchen von einem neu abgesetzten Kalkspatskalenoëder teilweise umfaßt wurde. Bei vollendeter Auslaugung

wurde der nur noch von einer zarten äußeren Hülle umgebene Hohlraum zuweilen von spätiger Kalkspatmasse gänzlich wieder ausgefüllt.«

Die nachfolgende Untersuchung wird lehren, inwieweit die Beschreibung dieser Oolithe mit derjenigen der Oolithe aus dem Mühlthal übereinstimmt. Gümbel's Theorie über die Oolithbildung, die Ektoolithe und Entoolithe, ist ja bekannt; nach seiner Meinung ist die Entoolithbildung im Großen sehr wahrscheinlich, bewirkt durch Erguß unterirdischer vielleicht sehr reicher Mineralwasser ins Meer.

Im Anschluß hieran, namentlich an die Entoolithbildung, mögen hier die Beobachtungen folgen, welche Knop im neuen min. Jahrbuch 1874 mitteilt. Zuerst über unversehrte und ausgelaugte Oolithe, es heißt da: Die mikroskopischen und chemischen Untersuchungen der Oolithe hätten ihn nicht zur Überzeugung bringen können, daß ein centrales Sandkorn Veranlassung zur Überkrustung gegeben hat. In Salzsäure gelöst hätten solche Oolithe keinen Quarzsand hinterlassen; wenn auch die centralen Regionen mit einer durchsichtigen Mineralsubstanz angefüllt seien, die sich gewöhnlich als Kalkspat auswiese. Dieser sei entweder ein Aggregat kleiner Individuen oder eine individualisierte Masse größerer, die eine oder mehrere Oolithkörner umfaßten, zum festen Ganzen verkitteten und deren Inneres ausfüllten. Die Körner seien meistens kugelige bis ellipsoidische Hohlräume, umgeben mit durchaus krystallinischen und beiderseits nach innen wie nach außen von Krystallspitzen rauhen Wänden.

Darauf folgt die Beschreibung einer recenten Bildung, mit Hülfe deren man die Porosität des Schaumkalks erklären könne. Die Stelle lautet:

»Daß blasenförmige Hohlräume, nämlich Luftblasen in kalkreichen Mineralwässern inkrustiert werden und zu Absätzen Veranlassung geben können, die mit Oolithbildung Ähnlichkeit gewinnen können, davon habe ich mich selbst überzeugt an den offenen Wassergräben, die bei Nauheim in der Wetterau die Mineralwasser vom Strudel nach dem Bassin für die Gradierwerke führen und in denen Rasen von Algen unter der Wirkung des Sonnenlichts Sauerstoffblasen abscheiden, die gegen die Kohlensäure des Wassers diffundierend, dem Kalkkarbonat das Lösungsmittel entziehen und sich direkt mit einer fortwachsenden, kugelrunden, eisenoxydhydratreichen Kalksteinschicht umhüllen. Der Boden des Grabens wächst auf solche Weise in die Höhe und beim Ausräumen desselben findet man Gelegenheit, ganze Lagen einer derartigen Oolithbildung oder gewissermaßen von Anfängen dazu zu beobachten.«

Daß die bisherigen Resultate noch sehr unsicher sind und zu wenig Anhaltspunkte bieten, um sich eine klare Vorstellung von der Entstehung des Schaumkalkes machen zu können, geht daraus hervor, daß auch in neuerer Zeit die Untersuchungen noch fortgesetzt werden. Namentlich ist Bornemann diesem Gegenstand näher getreten und hat dabei großes Gewicht auf die sorgfältige Herstellung der mikroskopischen Präparate gelegt; seine Untersuchungen haben folgendes ergeben:

Die Grundmasse des Schaumkalkes besteht aus feinkörnig-krystallinischem Kalkspat, in welcher sich meist dicht gedrängt kugelige, längliche, unregelmäßig eckige Hohlräume befinden, die nicht selten mit einander in Verbindung stehen, meist aber nur durch zarte von der Grundmasse gebildete Wände von einander getrennt werden. Diese Grundsubstanz ist nach Bornemann das stehen gebliebene Bindemittel der einst darin enthaltenen, jetzt aber ausgelaugten Einschlüsse, deren einer Teil aus echten Oolithen bestanden haben mag, deren anderer aber nur aus abgerollten Kalksteinkörnern gebildet gewesen sein kann, denn durch ihre Gestalt beweisen zahlreiche Hohlräume, daß an ihrer Stelle früher keine Oolithe gewesen sein können. In einigen Hohlräumen finden sich kleine kugelige, meist zu mehreren zusammengeballte, gelb oder braun durchscheinende Körper, die er im Anschluß an Alberti, welcher ähnliche Gebilde als Überzug bei Stylolithen beobachtete, für Erdpech oder Erdöltröpfchen hält. Aus dem Vorkommen eigentümlicher organischer Reste schließt Bornemann, daß bei der Bildung des Schaumkalkes Kalkalgen, mit denen die Reste große Ähnlichkeit haben, stark beteiligt gewesen seien. Ferner glaubt er, daß eine Auslaugung in stärkerem Maße nicht stattgehabt haben könne, da sonst die zarten Foraminiferen, welche sich noch zahlreich finden, vor allen Dingen eine Veränderung erfahren haben würden.

Der Vollständigkeit halber soll hier auch noch die Ansicht von Frantzen Erwähnung finden, der die Richtigkeit der Bornemann'schen Ausführungen

bestreitet und durch seine Untersuchungen zu der Überzeugung gelangt ist, daß die oolithischen Bänke des unteren Muschelkalkes als Ablagerungen von triassischem Globigerinenschlamm anzusehen seien, also offenbare Tiefseebildungen.

Makroskopische Beschreibung.

Bei einer mikroskopischen Untersuchung dürfen die makroskopischen Verhältnisse nicht aus dem Auge gelassen werden; man muß wissen, aus welchem Schichtenverband die Präparate entnommen sind, welches und von welcher Beschaffenheit die Nachbarschichten sind. Daher möge auch hier eine Beschreibung der Fundstellen der eigentlichen Untersuchung vorausgehen. Es kommen nur zwei Steinbrüche bei der Arbeit in Betracht, die, obwohl nur ungefähr einen halben Kilometer von einander entfernt, doch recht verschiedenes Material geliefert haben.

Beide Steinbrüche befinden sich am Schneckenberg. Der erste liegt im Schwabhäuser Grund dicht über der Bahnstrecke. Der Schaumkalk wird hier überlagert von dünngeschichtetem Wellenkalk. Das Hangende bildet eine 10 cm starke Lage von festem Kalk, der auf der Oberfläche die bekannten als Schlangenwülste bezeichneten Erhebungen trägt. Darunter folgt eine 30 cm mächtige Schicht von Schaumkalk, welche in 5 verschieden starke Platten gesondert ist, deren unterste und zugleich stärkste sich durch ihren besonderen Reichtum an Lamellibranchiaten-Bruchstücken und Crinoiden-Stielglie-

dern hervorhebt. Diese Fossilienführung dauert jedoch nicht lange an, denn schon innerhalb des Steinbruches läßt sich das Auskeilen derselben nachweisen. Unter dieser Schicht und durch einen dünnen thonigen Besteg von ihr getrennt beginnt die eigentliche Hauptmasse des Schaumkalkes in einer Mächtigkeit von $2\,^1/_2$ m. Sie zeigt eine bis zur Mitte reichende, von oben nach unten an Deutlichkeit zunehmende diskordante Parallelstruktur. Die untere Hälfte wird von reinem, dichtem Kalkstein gebildet, der als massige, strukturlose Bank abgelagert ist. Nur vereinzelt enthält er horizontal gelagerte, ungefähr 1 cm lange, flachlinsenförmige Hohlräume, deren Wände mit Eisenoxydhydrat ausgekleidet sind. Im Übrigen erweist sich die ganze Bank als fossilienarm, wenn Petrefakten vorkommen, sind sie entweder winzig klein oder nur als Bruchstücke darin enthalten. Infolge ihrer Färbung muß sie ebenfalls als einheitliche Bank aufgefaßt werden, denn mit Außerachtlassung der dunklen Streifen ist sie durchweg hellgrau-gelblich gefärbt, und nur da, wo die Verwitterung weiter vorgeschritten ist, nimmt sie einen helleren Farbenton an. Das Liegende giebt sich als der obersten Lage ähnlich zu erkennen: es ist ein fester Kalkstein, der ebenfalls auf seiner Oberfläche die Schlangenwülste trägt. Sämtliche beschriebene Schichten sind horizontal gelagert und haben keinerlei Störung erlitten.

Geht man von diesem Steinbruch aus in ONO über den Schneckenberg hinweg ungefähr in die gleiche Höhe, welche der eben geschilderte Steinbruch einnimmt, so gelangt man zu einem kleinen,

frischen Steinbruch, der ein wesentlich anderes Bild darbietet. Zuerst fällt die starke Störung der Schaumkalkbank selbst in die Augen, es ziehen sich mehrere fast senkrechte Verwerfungen hindurch mit nur geringer Sprunghöhe. An der einen Seite des Steinbruchs beginnt die Schaumkalkbank mit einer 12 cm starken Schicht reinen Schaumkalks, die sich nach dem mittleren Teile zu auskeilt. Darunter folgt eine Stylolithenschicht von schwankender Mächtigkeit ($1^1/_2$—3 cm), welche mit der auskeilenden Schicht des Schaumkalkes ebenfalls verschwindet. Unter dieser Schicht und an der anderen Seite des Steinbruches damit anfangend tritt der eigentliche Schaumkalk auf in einer Mächtigkeit von 1,25 m, so daß die Auskeilung den Eindruck einer Überschiebung macht. Der Schaumkalk nun zeigt hier eine außerordentlich deutliche, diskordante Parallelstruktur. Die einzelnen Streifen erreichen eine Breite bis zu 2 cm; doch sind sie nicht gleichmäßig breit, sondern tragen oft gewölbte oder auch apophysenartige Ausbuchtungen, von denen die steiler gerichteten meist auch nicht lang sind, da sie bald von einem neuem System paralleler Streifen abgeschnitten werden. Daneben tritt hier an den Stellen, welche den Einflüssen der Atmosphärilien schon längere Zeit ausgesetzt gewesen sind, eine eigentümliche Verwitterungserscheinung auf, indem nämlich die helleren Streifen leichter verwittern und ausgewaschen werden, als die dunkleren, so daß letztere reliefartig hervorstehen.

Im Allgemeinen zeichnet sich der Schaumkalk durch seinen Reichtum und den guten Erhaltungs-

zustand der Petrefakten aus; doch fällt auch hier, analog dem vorigen Vorkommnis, das seltene Auftreten der Fossilien auf.

In der untersten 40 cm mächtigen Bank tritt auch noch Schaumkalk auf, zum Teil allerdings zurücktretend neben anderen Einlagerungen, durch welche diese Bank in 3 Teile zerlegt werden muß. Zu oberst steht grobkrystallinischer, fast reiner Kalkspat von 10 cm Mächtigkeit an; derselbe enthält Konglomerate und Muschelbruchstücke. Der einstige Lagerungsort der Konglomerate ist nicht nachzuweisen; sie scheinen von einem mergeligen oder schieferigen Gestein von dunkelblaugrauer Farbe abzustammen. Ihre Gestalt ist teils kugelig, teils flachscheibenförmig, letztere können eine Größe von 5 cm als Durchmesser erreichen. Viele auch von den größeren Gesteinsbruchstücken sind nicht horizontal gelagert, sondern in einem mehr oder weniger steilen Winkel zur Schichtungsebene in die krystallinische Kalkmasse eingebettet. Aus diesem Zwischenmittel können sie leicht herausgeschlagen werden. Man sieht dann häufig auf ihrer Oberfläche Schrammen und Kritzeln, die deutlich auf ihre Geröllnatur hinweisen. Die mit den Konglomeraten zusammen und unter diesen liegenden Muschelbruchstücke sind hell durchscheinend, scheinen also eine Umwandlung erlitten zu haben. Zwischen den Konglomeraten, Muschelbruchstücken und der Calcitmasse sind noch kleinere Partieen von Schaumkalk eingelagert, welche sich durch besonders große Poren auszeichnen.

Die Mitte dieser untersten Bank wird gebildet von 16 cm Schaumkalk mit einer schmalen Einlagerung von Muscheln. Dasselbe wiederholt sich im untersten Teil. Das Liegende kann nicht angegeben werden, da es nicht aufgeschlossen ist. Eine eigentliche hangende Schicht ist nicht vorhanden; der Schaumkalk wird überlagert von einem Gewirr regellos durcheinander gewürfelter großer und kleiner Gesteinsbruchstücke, die durch gewaltsame Störungen aus einer einst wohlabgelagerten Schicht herausgerissen sind und nunmehr durch Gesteinsschutt und thoniges oder erdiges Zwischenmittel locker zusammengehalten werden.

Mikroskopische Untersuchung.

Herstellung der Präparate.

Es ist wohl genügend bekannt, welche Schwierigkeiten überwunden werden müssen, um von dem Schaumkalk für die mikroskopische Untersuchung geeignete Dünnschliffe herzustellen. Da die Präparate, welche zu dieser Untersuchung Verwendung fanden, an Durchsichtigkeit und Klarheit nichts zu wünschen übrig lassen, so mag hier die Methode angegeben werden, welche sich als die beste herausgestellt hat.

Die möglichst flach abgeschlagenen Scherben von Schaumkalk wurden erwärmt und gleich darauf in Canadabalsam gekocht. Nach dem Erkalten wurde eine Fläche angeschliffen, der feinste Schliff auf dem Abziehstein, und tüchtig abgespült. Nach-

dem die Stücke getrocknet waren — zuletzt wieder unter Anwendung von Wärme —, wurden sie abermals in Canadabalsam gekocht.

Denn der Canadabalsam dringt in den unpräparierten Kalkstein $^1/_2$—1 mm ein. Durch das vorherige Erwärmen kann aber noch ein Eindringen desselben bis zu 2 mm erzielt werden. Jetzt wurde das Erkalten nicht abgewartet, sondern die Präparate aus dem Kochlöffel herausgenommen und gleich auf einen gleichmäßig erwärmten Objektträger mit der angeschliffenen Fläche übertragen. Wenn nötig, wurde dann mit der Schneidemaschine das Präparat auf die nötige Dicke reduziert oder bis auf ungefähr 1—1½ mm abgeschliffen, gut gereinigt, abgetrocknet und wieder erwärmt.

Wenn die Präparate jetzt noch einmal gekocht werden, kann man ganz sicher sein, daß sie vom Canadabalsam durchdrungen sind, und daß die etwaigen Einschlüsse unverändert in ihrer ursprünglichen Lage in die Erscheinung treten werden, auch wird so einem Eindringen fremder Substanzen bis zur Vollendung des Schliffes vorgebeugt. Daher wurden die 1 mm starken Platten noch einmal gekocht und danach übertragen. Nunmehr wurde mit dem eigentlichen Dünnschleifen begonnen, zuerst mit feinstem Smirgel, dann auf einer matten Glasscheibe und schließlich unter häufigem Abspülen auf dem Abziehstein. Mit letzterem kann man die Präparate unbeschadet ihrer Größe bis zur größten Durchsichtigkeit bringen. Waren sie dünn genug geworden, so wurden sie gründlich mit Wasser gereinigt, nicht mit Alkohol, da dieser nicht bloß den

überflüssigen Canadabalsam wegnimmt, sondern auch in unerwünschter Weise mitunter wertvolle Teile des Präparates entführt. Einige mißglückte Versuche haben ferner gelehrt, daß das Präparat jetzt am besten nicht auf einen neuen Objektträger übertragen, sondern auf dem früheren belassen und mit einigen Tropfen einer Auflösung von Canadabalsam in Terpentin und Chloroform bedeckt wird, worauf man dann das Deckgläschen leise aufdrückt. Da diese Canadabalsamlösung sehr langsam trocknet, kann man sich, um das Deckglas und das Präparat vor Verrutschungen zu schützen, leicht damit helfen, daß man mit dem schnell erhärtenden Asphaltlack einen Rand um das Deckglas zieht. Mit Anwendung dieser Vorsichtsmaßregeln, mögen sie auch die Herstellung verlangsamen, erlangt man sehr schöne und vor allen Dingen zuverlässige Präparate.

I. Präparate, welche aus dem Steinbruche am Schwabhäuser Grund entnommen sind.

Der erste Schliff stammt aus der dichten Kalklage des Hangenden. Während sich das Handstück als fester Kalk von gleicher Zusammensetzung mit nur schwach hervortretenden Einlagerungen darbietet, fällt bei dem Dünnschliffe auf, daß er aus zwei verschiedenen Teilen zusammengesetzt wird. Die obere Partie ist trüb und dunkel und wird nach unten zu allmählich klar und hell. Oben sind nämlich trübe, mehr oder weniger gefärbte, unten wasserklare Einschlüsse. Die trüben Einschlüsse sind als schmutzig-grau, verschieden gestaltete Kör-

ner in die Calcitgrundmasse in schmalen, parallelen Streifen eingelagert. Ihre Form ist bald kugelig, ellipsoidisch oder langgestreckt und eckig. Es läßt sich nicht bestimmen, woraus sie bestehen; man kann aber deutlich mehrere Arten an ihrer Farbe und Struktur erkennen, und die Art der Einlagerung läßt fast vermuten, daß man es hier mit mikroskopisch kleinen Geröllen zu thun hat. Sie sind besonders in der Mitte der Streifen angehäuft, nach den Rändern zu nehmen sie an Zahl ab. An ihre Stelle treten andere trübe schmutziggelb oder braun gefärbte Einschlüsse, die entweder als ganz feine, staubartige Masse oder zu Fasern und Flocken angeordnet in der Grundmasse enthalten sind und dadurch deutliche, parallele Schichtung hervorrufen. Sie haben mit Thonpartikeln oder thonigen Konkretionen die meiste Ähnlichkeit. Wie erwähnt, sind diese beiden Arten von Streifen nur schmal und als solche nur unter dem Mikroskop wahrnehmbar, durch inniges Ineinandergreifen verschwimmen ihre Ränder vollständig. Auch in der unteren hellen Partie des Schliffes finden sich noch derartige Einschlüsse, aber nur noch in vereinzelten Körnern und Flocken; daneben stellen sich Körner von wasserhellem Kalkspat ein und verdrängen die übrigen Einschlüsse nach unten zu fast ganz. Die Gestalt der Kalkspatkörner wechselt sehr: bald sind sie kugelrund, bald gestreckt, oder sie zeigen gerade Seiten und abgerundete Ecken. Bei Anwendung gekreuzter Nikols zeigt es sich, daß sie fast durchweg einheitlich orientiert sind, nur bei größeren Körnern treten mehrere verschieden

orientierte Individuen zusammen. Kalkspatkörner mit Zwillingslamellen sind nicht selten. Noch eins ist zu erwähnen: sie besitzen alle einen mehr oder minder breiten, trüben Rand; es läßt sich aber nicht nachweisen, ob er durch beginnende Zersetzung infolge von Auslaugung oder primär vor der Ablagerung der Körner durch Ansatz von thoniger Substanz entstanden ist. Es ist überhaupt unbestimmt, ob die Kalkspatkörner als Rollstücke oder als Ausfüllungen von Hohlräumen zu betrachten sind. Ihre Gestalt, verbunden mit Verzwillingung und trübem Rand, scheint indessen darauf hinzudeuten, daß sich wenigstens einige der Körner auf zweiter Lagerstätte befinden und auf dem Wege hierher eine verschieden starke Abrollung erlitten haben.

Makroskopisch folgt auf diese Schicht der eigentliche Schaumkalk, also eine gänzlich andere Strukturform. Auch bei der mikroskopischen Untersuchung zeigt sich diese Verschiedenheit. Die Grundmasse ist zwar dieselbe geblieben, es ist wie oben eine feinkörnig-krystallinische Calcitmasse. In ihr sind aber keine Kalkspatkörner mehr eingeschlossen, sondern sie enthält fast nur oolithische Gebilde und Hohlräume. Erstere sind echte Oolithe, denn sie besitzen meist deutlich konzentrisch-schalige Struktur. Ihre Kerne sind in den meisten Fällen kugelig, doch auch langgestreckte und elliptische kommen vor. Die Gestalt der Oolithe richtet sich dann danach. Unter den langgestreckten Kernen sind einige, welche eine dunkle Längsachse im Innern erkennen lassen; der Gestalt nach — sie wird nach

der Mitte zu schmaler und zeigt wohl auch abwechselnd helle und dunkele Partieen — kann man schließen, daß hier eine Foraminifere als innerster Kern und Ansatzpunkt eingeschlossen ist, wie ja auch Bornemann derartige Vorkommnisse beschreibt. Jedoch sind solche Kerne zu vereinzelt zur Beobachtung gelangt, als daß Gewicht darauf gelegt werden könnte. Meist besteht der Kern aus Calcitmasse und zeigt dieselbe Strukturform wie die Grundmasse, nur ist er gewöhnlich etwas dunkler und trüber. Auch mehrkernige Oolithe kommen vor. Um den Kern nun lagern sich verschiedene helle und dunkle Zonen in wechselnder Zahl an, welche sowohl scharf abgesetzt sind, als auch ganz allmählich mit dem Kern verschmelzen. Die mehr oder weniger trüben umrandenden Zonen sind von schmutzig grau-gelblicher oder bräunlicher Farbe; eine dunkle Zone schließt stets das Oolithkorn gegen die Grundmasse ab. Der Oolithkern ist nicht immer vollständig erhalten: es befindet sich dann im Innern ein Hohlraum, der von Calcitmasse umschlossen wird. Diese besteht aus ganz feinen, nach dem Rande zu größer werdenden Individuen, die durch ihre größere Klarheit und rundliche Gestalt ausgezeichnet sind. Der Hohlraum kann an Größe zunehmen, so daß nur ein schmaler Calcitrand übrig bleibt, bis selbst dieser verschwindet, und nur noch die eigentliche Oolithzone übrig bleibt. In einigen Fällen nimmt selbst die Oolithzone einen einheitlichen Charakter an, indem die einzelnen konzentrischen Ringe zu einem einzigen von gleichmäßig trüber brauner Farbe verschmelzen. Diese

Ausbildungsweise kann aber auch ursprünglich sein, denn sie findet sich, allerdings nur vereinzelt, bei Oolithen mit vollem Kern. Alle diese Oolithhüllen und z. T. auch diejenigen Oolithe, welche noch einen schmalen Calcitrand im Innern besitzen, haben die Eigentümlichkeit, daß auf der inneren Seite ihres Randes größere, meist auch hellere Kalkspatkrystalle aufsitzen und mit ihrer Spitze nach dem inneren Hohlraum zeigen. Sie sind ungefähr 4—6mal größer als die Körner, aus denen die Grundmasse und die Oolithkerne zusammengesetzt sind.

Nicht selten läßt sich die Krystallgestalt wenigstens annähernd bestimmen, die bestentwickelten sind in der Regel spitze Rhomboëder, ungefähr 3 R. Die Spitze ist bei einigen noch abgestumpft, doch ist die Abstumpfung zu undeutlich, als daß eine Bestimmung möglich wäre.

Neben den beschriebenen oolithischen Gebilden kommen auch noch andere vor in geringerer Zahl und nur vereinzelt in die Grundmasse eingebettet: es sind rundliche Calcitaggregate, welche sich im Gegensatze zu den Oolithen infolge ihrer Struktur von der Grundmasse nur wenig abheben. Sie sind aber als besondere Bildungen kenntlich, da sie sowohl in der Farbe, wenn auch nur in äußerst geringem Maße, abweichen, als auch mit einer zarten dunklen Hülle versehen sind. Vielleicht ist es zulässig, daß man sie infolge dieser letzten Erscheinung für die Anfangsstadien der Oolithbildung ansieht. Im Zusammenhang mit diesen vollen Calcitaggregaten scheinen andere Bildungen zu stehen,

welche mit ihnen in den Randpartien genau übereinstimmen, aber dadurch verschieden sind, daß ihr innerer Teil hohl ist, so daß meist nur eine einfache Reihe von Calcitkryställchen, an die sich noch außen die dunkle Hülle anschließt, übrig bleibt.

Nachträglich sei noch erwähnt, daß die Oolithe in ihrer Randzone und mitunter auch im Kern Einlagerungen von gelben oder braunen unregelmäßigen Körnern oder Blättchen enthalten, die wohl als Eisenverbindungen, vielleicht Eisenoxydhydrat, zu deuten sind.

Alle diese Gebilde nun, Calcitaggregate und Hohlräume mit und ohne oolithische Hülle, sind dichtgedrängt in die Grundmasse eingeschlossen, doch liegen sie nie so dicht, daß eins das andere berührte, vielmehr sind sie stets durch eine, wenn auch noch so zarte, Scheidewand von Calcitsubstanz getrennt. Auch läßt sich keine gesetzmäßige Anordnung der vollen Oolithkörner und Hohlräume erkennen, so daß etwa die Thonhüllen eine bestimmte Partie einnähmen, an deren Rand sich die Oolithe mit einem größeren oder kleineren Hohlraum einstellten, worauf dann die vollen Oolithe folgten. Nein, alle Einschlüsse liegen regellos durcheinander: ein Hohlraum neben oder inmitten voller Oolithkörner oder umgekehrt.

Bei der makroskopischen Beschreibung wurde auch einer Einlagerung von Lamellibranchiatenresten und Crinoiden-Stielgliedern gedacht, mikroskopisch zeigen sie nichts besonders Erwähnenswertes. Nur von den Muschelresten sei bemerkt, daß ihre innere Struktur einen guten Erhaltungszustand aufweist

und keine Anzeichen von Auslaugung giebt. Dasselbe gilt auch von den winzig kleinen Gastropodenschalen, die sich unzerstört im ganzen Schaumkalk finden. Außer diesen Resten kommen noch langgestreckte, cylindrische oder konisch zulaufende, stellenweise auch eingebuchtete Aggregate von hellen, etwas gröber krystallinischen Kalkspatindividuen vor, häufig besitzen sie an den Rändern unregelmäßig verteilte, schwarze und dunkelbraun durchscheinende Körnchen als Einschlüsse. Der Ursprung beider ist nicht nachzuweisen.

Der mikroskopische Charakter ändert sich wesentlich in der darunterfolgenden Schicht des Schaumkalkes mit der diskordanten Parallelstruktur Die oolithischen Gebilde verschwinden vollständig. Es treten nur noch die zuletzt erwähnten rundlichen Calcitaggregate mit einer dünnen Hülle auf, und mit ihnen zusammen noch einige kugelige Gebilde von dunkler Farbe, die kleinen Geröllen nicht unähnlich sind. Beide Formen bilden mit der durch Einlagerung von thonigen Flocken dunkler gefärbten Grundmasse die dunklen Streifen. Die hellen Partieen sind aus klarer, aus feinkörnig krystallinischer Calcitsubstanz bestehender Grundmasse und eingelagerten, hohlen Calcitkränzen mit zarter dunkler Hülle zusammengesetzt. Die unterste Schaumkalkschicht stellt, wie schon die makroskopische Untersuchung ergab, ein gleichmäßig feinkörniges, strukturloses Aggregat von kleinsten Calcitkryställchen dar, welches unter dem Mikroskop keine bemerkenswerten Eigentümlichkeiten zeigt.

Nun noch Einiges über die Grundmasse: sie besteht durchweg aus gleichmäßig feinkörnig krystallinischer Calcitsubstanz, deren unregelmäßig ausgebildete Krystalle ineinander und zusammengewachsen sind. Von Einschlüssen sind zu erwähnen braun oder gelb durchscheinende, einzeln liegende oder zu traubigen Aggregaten verbundene Klümpchen und Blättchen, sehr vereinzelt auch blutrot durchscheinende Blättchen, vielleicht Eisenglanz und schließlich noch im Zusammenhang mit einigen der dunklen Aggregate hellgelb gefärbte Partieen, die die Grundmasse stellenweise gleichmäßig durchtränken. Letzteres kann von einer Auflösung der braunen Körnchen herrühren, welche dann als Eisenverbindungen zu betrachten wären. Die Klümpchen und traubigen Aggregate sind vielleicht identisch mit den Erdöltröpfchen, welche Bornemann in seiner Arbeit über den Muschelkalk erwähnt. Daß der Schaumkalk thatsächlich Bitumen enthält, bewies der starke Bitumengeruch bei der Auflösung einiger Stücke in Salzsäure. Bei der Untersuchung der Lösung zeigte sich, daß der Schaumkalk aus fast reinem kohlensauren Kalk besteht und nur sehr wenig, kaum 2 $^0/_0$, Magnesia enthält. Der Lösungsrückstand ergab zum größten Teil thonige Substanz, nach deren Abschlemmung ein weißes Pulver von vorherrschendem Quarz übrig blieb. Seine kleinsten Individuen sind meist Prismen mit Pyramiden; bei den größeren sind die Umrisse nicht so deutlich, die Kanten sind eingezackt und die Ecken abgestumpft, so daß sie den Eindruck machen, als hätten sie ihre frühere Gestalt durch Abrollung ver-

loren. Die meisten enthalten ferner Einschlüsse, vor allem Flüssigkeitseinschlüsse, daneben auch solche von grün-gelblicher Farbe, die auf Glaukonit schließen lassen, welcher sich auch selbständig im Präparat vereinzelt vorfand. Außer den Quarzen finden sich kleine farblose oder blaßgelbe Glimmerblättchen mit unregelmäßigen Umrissen. Auch eine verkieste Foraminifere gelangte mit in das Präparat des Lösungsrückstandes, zwar keine seltene Erscheinung im Schaumkalk, doch muß dies Vorkommen erwähnt werden zum Vergleich mit der später folgenden Untersuchung des Lösungsrückstandes von dem andern Schaumkalk. Andere accessorische Mineralien als Zirkon, Rutil, Turmelin u. a., wie sie Liebetreu bei der Untersuchung des unteren Muschelkalkes gefunden hat, sind in keinem Präparat zur Beobachtung gelangt; wenn sie vorhanden sind, können sie nur in ganz verschwindenden Mengen enthalten sein. Dagegen muß das Vorkommen von Cölestinkrystallen erwähnt werden. Nach Liebetreu kommt der Cölestin in Gemeinschaft mit organischen Resten vor, und auch hier gelangte er in, wenn auch nur vereinzelten, sehr gut ausgebildeten Krystallen zur Beobachtung.

Bei der chemischen Untersuchung blieb eine Reaktion auf Sr. ohne Erfolg, und eine solche auf $H^2 SO^4$ bewirkte eine kaum merkliche Trübung, so daß Cölestin doch nur in geringen Spuren im Schaumkalk auftreten kann.

II. Präparate, welche aus dem Steinbruche an der ONO-Seite des Schneckenberges entnommen sind.

Entsprechend der makroskopischen Verschiedenheit der beiden oben geschilderten Lokalitäten machen sich auch in den Präparaten aus denselben Unterschiede geltend. Vor allen Dingen fällt auf, daß die Präparate im Vergleich mit den früheren meist heller und klarer sind, selbst in den Schliffen, welche einen der dunklen Streifen durchschneiden, was gewöhnlich der Fall ist, da man wegen der stets abwechselnden dunklen und hellen, 2 cm breiten Streifen fast nie einen von beiden allein in das Präparat bekommt. Diese Eigenschaft kann für die Untersuchung aber nur von Vorteil sein, da man nicht allein die Natur der Streifen selbst, als vielmehr auch den Übergang des einen in den andern studieren kann. In einem solchen Schliff giebt sich die hellere Partie als reiner Schaumkalk zu erkennen; denn nach der üblichen Definition ist der Schaumkalk an seiner Porosität kenntlich, und Poren finden sich hier fast ausschließlich. Sie erscheinen als kugelige oder gestrekte Hohlräume, die zum Teil durch einen dunklen Rand gegen die Grundmasse abgegrenzt sind, zum Teil von einem Kranz farbloser oder auch gelb gefärbter Calcitindividuen umgeben sind. Dieser Kranz ist zwar mit der Grundmasse verwachsen, hebt sich aber als besondere Bildung von derselben ab. Die Gelbfärbung ist nicht immer auf den Calcitkranz beschränkt, sondern erstreckt sich auch auf die benachbarte Grundmasse, die dann

auf eine bestimmte Entfernung gleichmäßig davon durchsetzt wird.

Vereinzelt neben diesen Hohlräumen treten auch rundliche, trübe Aggregate von Kalkspatkryställchen auf, welche da, wo der Übergang in die dunklere Zone stattfindet, an Zahl zunehmen; gleichzeitig ist damit ein Trüberwerden der Grundmasse verbunden. Die Calcitaggregate selbst sind noch stärker getrübt und heben sich schon dadurch, wenn sie nicht auch noch einen schmalen dunklen Rand besitzen, von der Grundmasse ab. Befanden sich am Rande der dunklen Zone noch einige Hohlräume, so verschwinden diese in der Mitte derselben vollständig, und es herrschen hier nur die trüben Calcitaggregate.

Wodurch die Färbung der letzteren und der Grundmasse verursacht wird, läßt sich nicht konstatieren. Außer einigen dunklen, flockigen Gebilden von nur geringer Größe sieht man keine deutlichen Einschlüsse, und doch ist die Trübung eine so allgemeine und gleichmäßige, daß man nur allerfeinste Staubteilchen von thoniger Substanz als Ursache annehmen kann, die nur da, wo sich mehrere Partikelchen aggregiert haben, als solche erkannt werden kann. Die schmale dunkle Umhüllung, welche zahlreiche Körner besitzen, läßt sich auch nur als thonige Masse deuten. Eine breitere Zone oder eine solche aus abwechselnden hellen und dunklen Hüllen ist nirgends zu beobachten. Der Charakter der Präparate bleibt in der ganzen 1,25 m mächtigen Bank derselbe, stets die abwechselnden hellen und dunklen Streifen mit ihren charakteristischen Einschlüssen.

Mit der untersten 40 cm mächtigen Schicht ändert sich plötzlich der Habitus. Große Partieen zeichnen sich besonders dadurch aus, daß sie fast nur aus reinen, großen Kalkspatindividuen bestehen, welche als Bindemittel die Konglomerate zusammenhalten; zwar reichen sie nicht bis an letztere heran, sondern, da die Konglomerate meist von einer palissadenähnlichen Zone größerer Kalkspäte umgeben sind, schließen sie sich erst an letztere an. Darauf beruht es wohl auch, daß die Konglomerate ohne Mühe aus dem Gestein herausgeschlagen werden können. Unter dem Mikroskop zeigen die Konglomerate eine äußerst feinkörnige Zusammensetzung aus helleren gelblichen und dunklen Körnchen; einige enthalten auch größere Einschlüsse, von denen die größten den Eindruck von Gesteinsbruchstücken hervorrufen. Einige der größeren Konglomerate sind dann noch dadurch ausgezeichnet, daß sie an den Rändern gleichsam angefressene Stellen haben. Man sieht hier schmale, verschieden weit in das Innere hineinragende Vertiefungen, welche mit feinkrystallinischem Kalkspat ausgefüllt sind. Diese Erscheinung kann man auf Reibung mit anderen Geröllen während des Transportes von der früheren Lagerstätte oder auf verschiedene Löslichkeit des Gesteins zurückführen. Daß diese Einschlüsse echte Konglomerate sind, steht außer Zweifel schon durch die makroskopische Betrachtung; aber auch das Mikroskop bestätigt die Konglomeratnatur selbst kleinerer Gebilde. Man sieht nämlich in den Präparaten kleine, linsenförmige Gesteinseinschlüsse, welche in der Mitte eine mit Calcit ausgefüllte Kluft

besitzen. Da letzterer mit der Grundmasse vollkommen übereinstimmt, muß man annehmen, daß durch Druckwirkung während oder kurz nach der Ablagerung diese kleinen Geschiebe zerborsten sind; die einzelnen Teile wurden nur um ein weniges verschoben und der Zwischenraum zwischen den Bruchstücken durch die Grundmasse ausgefüllt.

Wie schon bei der makroskopischen Beschreibung angeführt wurde, ist hier auch wieder Schaumkalk vertreten, allerdings nur in kleinen Partieen. Die Grundmasse wird wie früher aus feinkörnigem Calcit gebildet. In ihr befinden sich die charakteristischen Schaumkalkgebilde: ein breiter Rand, der Ähnlichkeit mit den oolithischen Hüllen hat, umschließt rundliche Aggregate von Calcit oder tritt selbständig auf und trägt dann auf der Innenseite die schon bekannten größeren Kalkspatkrystalle.

In den beiden unteren Teilen dieser Bank gewinnt der reine Schaumkalk wieder die Oberhand. Er führt wie oben zahlreiche Poren, welche mit einer dünnen Hülle oder einem Calcitkranz umkleidet und häufig entweder nur zum Teil oder vollständig mit einer dunkelgelben bis braunen Masse ausgefüllt sind. Eine Bestimmung derselben durch das Mikroskop war nicht möglich.

Bis auf die schmale Konglomerat-Einlagerung hat sich die Grundmasse überall als dieselbe gezeigt: die immer gleichmäßig feinkörnige Calcitmasse mit den gleichen stets wiederkehrenden Einschlüssen von gelb oder braun durchscheinenden Blättchen und Klümpchen und die von einigen der letzteren ausgehende Gelbfärbung der Grundmasse. Dagegen

konnten weder in der Grundmasse noch in den runden Aggregaten die kleinen Quarzkryställchen und Körnchen, ebenso die Glimmerblättchen und andere accessorische Mineralien, die sich durch Auflösung des Gesteins in Salzsäure isolieren ließen, wohl wegen ihrer geringen Häufigkeit und Kleinheit in den Dünnschliffen, beobachtet werden. Man ist deshalb vollständig im Unsicheren, ob diese Mineralien in den Calcitaggregaten, denen sie bei der Bildung als Ansatzpunkte gedient haben könnten, zu suchen sind, oder ob sie zerstreut in der Grundmasse liegen.

In ein Präparat des Lösungsrückstandes war auch eine Foraminifere gelangt, welche anstelle des einstigen Kalkskeletts aus lauter kleinen Quarzkryställchen zusammengesetzt war, so daß die Gestalt deutlich erkennbar war. Wenn auch nur dieses einzige Exemplar gefunden wurde, so liefert es doch den Beweis, daß die chemischen Vorgänge hier nicht, wie Bornemann annimmt, so einfacher Natur gewesen sind, daß vielmehr bei der Bildung des Schaumkalkes wenn auch nur lokal stärkere chemische Agentien vorhanden gewesen sein müssen, welche eine derartige Umsetzung bewirken konnten.

Ein Vergleich nun der Resultate, welche sich durch die mikroskopische Untersuchung der beiden Schaumkalke ergeben haben, stellt folgendes fest: beide Gesteine stimmen überein in der Grundmasse, sie besitzen die gleichen accessorischen Mineralien und ungefähr den gleichen Thon- und Bitumengehalt. Ferner sind die Einschlüsse in denjenigen Schichten, welche sich durch diskordante Parallelstruktur auszeichneten, dieselben. Die Unterschiede

werden bedingt durch das Führen von echten Oolithen, deren der eine Schaumkalk zahlreiche und in vorzüglicher Ausbildung aufweist, während sie dem andern vollständig fehlen. Die Konglomeratschicht kommt erst in zweiter Linie als unterscheidendes Merkmal in Betracht.

Die diskordante Parallelstruktur.

Will man ein Gestein genau bestimmen, so muß man bei der Untersuchung, sei sie nun makroskopisch oder mikroskopisch, nach Merkmalen suchen, durch welche seine Entstehungsart und sein Entstehungsort festgestellt werden können. Man muß es einem Sedimentärgestein ansehen können, ob es ein Tiefseegestein ist oder eine Landbildung, oder ob an der Küste seine Entstehung zu suchen ist. Allerdings ist eine derartige Bestimmung nicht immer einfach, doch bieten die meisten Gesteine, sei es durch den Gehalt bestimmter Fossilien oder durch absoluten Mangel derselben, sei es durch das Führen klastischer Gesteine, oder sei es durch bestimmte Formen der Lagerung, Anhaltspunkte, um den Ort ihrer Bildung mit einiger Sicherheit feststellen zu können.

Soll die Beschreibung der beiden Schaumkalke in dieser Beziehung vervollständigt werden, so werden dem Beobachter verschiedene Hilfsmittel dazu an die Hand gegeben. Die beiden Vorkommnisse zeigten makroskopisch und unter dem Mikroskop mehrere Abweichungen, welche möglicherweise durch verschiedene, wenn auch nur wenig voneinander ent-

fernte Entstehungsorte bedingt waren. Der eine Steinbruch führte als unterste Schaumkalkschicht massigen, feinkrystallinischen Kalk, der andere eine 40 cm mächtige Bank mit drei schmalen, parallelen Lagen von Muschelresten, von denen die beiden untersten sich durch den guten Erhaltungszustand und durch das Zusammenvorkommen mit Calcitaggregaten auszeichneten, während die oberste nur Muschelbruchstücke, und zwar vornehmlich umkrystallisierte, mit Konglomeraten enthielt, welche durch grobkrystallinischen Kalkspat zusammengekittet waren.

Erwägt man nun, daß der sich ausscheidende Kalk — gleichgültig, auf welche Weise in das Meer gelangt — in ruhigem Wasser ein gleichmäßiges Sediment bildet, in bewegtem dagegen Neigung zu Aggregatbildungen zeigt; stützt man sich ferner auf die Ergebnisse der oceanographischen Untersuchungen, welche festgestellt haben, daß die Wirkung der Wellenbewegung nicht unter 200 m hinabreicht, so kommt man unter Annahme normaler Verhältnisse zu dem einen Resultate über die relative Tiefe der Gesteine während ihrer Bildung: das eine befand sich unter, das andre über 200 m Meerestiefe.

Einen weiteren Fingerzeig erhält man durch die Konglomeratschicht; denn Konglomerate können sich bilden, indem durch gewaltige Erregung des Meeres das schon gebildete Sediment aufgerissen wird, und die Bruchstücke desselben durch ein Bindemittel von neuem verkittet werden. Diese Annahme der Bildung würde hier aber irrig sein, denn die Konglomerate stammen ihrem Aussehen nach von

einem weit anderen Gestein her, als von dem darunter liegenden Schaumkalk und den ihm untergelagerten Gesteinen. Also bleibt nur noch die Möglichkeit, daß durch einen Erguß vom Festlande her die Konglomerate ins Meer befördert wurden. Wenn nun auch genauere Untersuchungen darüber fehlen, wie weit Gerölle von der Strömung in das Meer getragen werden können, so ist doch durch Thatsachen zur Genüge bewiesen, daß Geschiebe und Gerölle von bis 6 cm großem Durchmesser, wie sie hier vorkommen, beim Nachlassen der Strömung, also da, wo sich ein Fluß mit dem Meere vereinigt, noch im Bereiche der Küste zu Boden sinken. Demnach repräsentiert dieser Schaumkalk eine Ablagerung in der Nähe der Küste. Die Konglomeratschicht befand sich bei ihrer Bildung näher an der Küste als die Schaumkalkbank; denn letztere bietet keine Kennzeichen, welche auf eine Störung in der ruhigen Ablagerung hindeuten.

Größere Schwierigkeiten macht die Erklärung der diskordanten Parallelstruktur, welche beide Gesteine besitzen. Sieht man sich in der Reihe der Gesteine nach einer analogen Bildung um, so findet man im Buntsandstein, der infolge seiner Struktur und wegen des Mangels an Fossilien als Strandbildung angesehen wird, die größte Ähnlichkeit. An einigen frischen Bruchstellen sind die Schichtungslinien sehr deutlich sichtbar; verfolgt man die einzelnen genauer, so bietet sich dem Beobachter gleich zu unterst ein System von nach links aufsteigenden Linien dar, welche direkt auf der Konglomeratschicht aufsetzen. Sie laufen im großen

und ganzen parallel, zuweilen kommt es wohl vor, daß sich zwei Streifen zusammenscharen. Dieses System nun schneidet plötzlich ab und wird von einem solchen horizontaler Linien überlagert; über diesem wieder treten nach rechts flach aufsteigende Schichtungslinien auf, die ihrerseits von einem noch weniger geneigten Liniensystem bedeckt werden. Kurz, man erkennt einen beständigen Wechsel von geneigten und horizontalen Systemen heller und dunkler Streifen. Diese Ausbildungsweise stimmt mit der des Buntsandsteins bis auf die abwechselnden Streifen vollkommen überein, und aus der Abweichung muß man schließen, daß noch ein anderer Faktor bei der Schaumkalkbildung hinzugekommen ist. Wie die mikroskopische Untersuchung gelehrt hat, bestehen die Streifen aus Calcitmasse, welche abwechselnd volle Aggregate und Hohlräume umschließt: also eine Bildung, welche durch eine Trennung von schwererem und leichterem Material hervorgerufen worden ist. Nun ist dieser Wechsel auch ein durch die ganze Bank gleichbleibender; die Vermutung liegt also nahe, daß während der Ablagerung des Schaumkalkes eine Kraft thätig gewesen ist, welche durch ihr Zu- und Abnehmen in periodischen Zwischenräumen eine Sonderung der spezifisch leichteren und schwereren Gebilde vornahm. Da nun durch die Konglomeratschicht außer allen Zweifel gestellt wird, daß hier eine Strandbildung vorliegt, drängt sich wohl jedem zuerst der Gedanke auf, daß man die in bestimmten Zeiträumen eintretende Ebbe und Flut als Ursache der Sonderung des Materiales anzusehen hat.

Oolith-Bildung und -Auslaugung.

Um die Einzelheiten der Oolithbildung verfolgen zu können, empfiehlt es sich, von dem zweiten Schaumkalkvorkommnis am Schneckenberge auszugehen. Dasselbe enthielt rundliche oder mehr längliche Calcitaggregate, welche aus krystallinischen, unregelmäßigen, strukturlos miteinander verwachsenen Körnchen bestehen. Die Art und Weise, auf welche die Bildung derartiger Aggregate vor sich gegangen ist, läßt verschiedene Annahmen zu. Am wahrscheinlichsten ist wohl die, daß eine starke Kalkausscheidung stattgefunden hat, verursacht durch Kalklösungen, welche vom Festland oder unterirdisch zuströmten. Bei Bewegung des Meeres wurden die kleinen Kryställchen lange in der Schwebe gehalten, die einzelnen Individuen kamen dabei in Berührung und blieben, wenn es die Gestaltung der Flächen zuließ, aneinander haften und verwuchsen miteinander; zuerst zwei, dann infolge der gesteigerten Anziehungskraft der größeren Masse auf die kleinen Massenteilchen immer mehr, bis sie je nach ihrer Größe und der Bewegung des Meeres zu Boden fielen.

Dies sind die einfachen Calcitaggregate, wie sie in diesem Schaumkalk vorkommen. War nun mit dem Erguß von Kalklösungen in das Meer gleichzeitig ein solcher von thonigen Substanzen verbunden, so wurden letztere, da sie ebenfalls lange im Meerwasser suspendiert blieben, in feinsten Partikelchen mit in die Kalkaggregate eingebettet und

setzten sich beim Herabsinken derselben in die Tiefe auf der Peripherie als Anflug oder als dünne Haut an. War das Meer stärker und dauernd bewegt, wie es an der Küste der Fall ist, und war infolge dieser Bewegung auch die Trübung durch Thonmassen eine beständige, dann konnten die Kalkaggregate länger flottieren und ihr Volumen vergrößern. Die Vergrößerung fand aber jetzt nicht mehr durch reine Calcitmasse statt, sondern es lagerte sich eine Hülle von Kalk mit reichlichem Thongehalt um die Aggregate ab, bis auch sie dem Gesetze der Schwere folgen mußten. Bei lange andauernder, gleichmäßiger Trübung des Wassers wurde die Umhüllung gleichmäßig gefärbt. Ist im andern Falle die Hülle aus abwechselnd hellen und dunklen konzentrischen Schalen zusammengesetzt, dann läßt sich vermuten, daß während der Bildung der Oolithe das Meer periodisch getrübt worden ist, eine Erscheinung, die schon durch Ebbe und Flut hervorgerufen werden kann.

Daß sich auf diesem Wege thatsächlich Oolithe bilden, beweisen die Beobachtungen des Herrn Prof. Dr. J. Walther auf seiner Reise durch die Sinai-Halbinsel. Derselbe beschreibt sie als recente Bildung am Ausgange des Uâdi Dehêse, wo die Oolithe in weichen Schlamm eingebettet schon in geringer Tiefe ein ziemlich festes Sediment bilden. Die dortigen Oolithe haben meistens Quarzkörnchen zum Kern, zuweilen aber auch Feldspat, Granat, Magneteisen, Kieselnadeln oder Foraminiferenfragmente. Diese Kerne sind dann von einer einfachen oder doppelten gelblichen Kalkrinde umschlossen.

Die Gestalt der Oolithe richtet sich nach dem innern Einschluß.

Es ist möglich, daß die Oolithe des Schaumkalkes auch Quarze als innersten Kern besitzen; im allgemeinen hat aber nur das rundliche Calcitaggregat als Kern zu gelten. In einigen Fällen mag wohl auch eine Foraminifere oder ein anderer organischer Rest von Calcitkrystallen umgeben worden sein; dann sind diese aber nur als Ansatzpunkte für die Calcite und nur als ein Teil des Oolithkernes zu betrachten.

In gleicher Weise wie die Entstehung der Oolithe läßt sich auch deren Auslaugung verfolgen. Die herrschende Ansicht ist die, daß man die Poren des Schaumkalkes, wie schon mehrfach erwähnt, für Auslaugungsprodukte hält, bei denen die Auslaugung von innen nach außen vorgeschritten ist. Es klingt widersinnig, wenn man von einem gleichmäßig konstituierten und in gleichem Maße löslichen Mineral sagt: in seinen Aggregaten fällt das Innere eher einer Auflösung anheim, als der äußere Teil; und doch bietet diese Annahme die einzige Möglichkeit, um eine derartige Erscheinung mit einiger Wahrscheinlichkeit zu begründen.

Trotz gleicher Konstitution und gleicher Löslichkeit eines Minerals können noch besondere Verhältnisse herrschen, welche eine ungleichmäßige Auflösung des Mineralaggregates mit sich bringen. Sind z. B. die einzelnen Teilchen eines Minerals eng und ohne Zwischenräume aneinander geschart, so wird in erster Linie nur eine Auflösung auf der Oberfläche unter gleichmäßiger Abnahme des Vo-

lumens statthaben können. Die Auflösung schreitet gleichmäßig vorwärts, bis schließlich das ganze Gebilde vollständig oder unter Zurücklassung nur geringer Spuren verschwindet.

Ist aber nur ein Teil der Mineralpartikelchen fest verbunden, der andere nur lose aneinander liegend, dann wird bei letzterem, da infolge des weniger festen Zusammenhaftens das Lösungsmittel auch zwischen die einzelnen Teilchen dringen kann, und sich ihm also mehr Oberfläche darbietet, eine Auflösung schneller erfolgen, als in der anderen Partie.

Danach sind die vollen Calcitaggregate, mögen sie eine oolithische Hülle besitzen oder nicht, einfach zu erklären. Zwei Fälle sind nur möglich: entweder sind hier die einzelnen Individuen so eng miteinander verbunden, daß das Meereswasser, welches hier als Lösungsmittel zu betrachten ist, dem Aggregat nicht viel anhaben konnte und höchstens die hervorstehenden Ecken und Kanten auflöste, so daß ein kugeliges Gebilde mit glatter oder nur wenig rauher Oberfläche entstand; oder es hatte sich eine feste Kruste von Calcitkörnern um einen lockeren Kern gebildet, welche das Eindringen des Wassers ins Innere verhinderte. Das Resultat bleibt bei beiden dasselbe.

Ist dagegen die Kruste nicht vollständig geschlossen, sind Spalten übrig geblieben, oder sind auch nur Poren darin enthalten, dann wird dem Wasser kein Widerstand entgegengesetzt, es dringt ins Innere ein und beginnt sein Lösungswerk. Die kleinen Calcitkörnchen vermindern ihr Volumen,

nehmen dabei rundliche Gestalt an und verschwinden endlich ganz. Da sich nun auch die Körnchen infolge des stetigen Kleinerwerdens nach dem Rande zu bewegen, so ist die Auflösung thatsächlich eine von innen nach außen fortschreitende.

Mit Hilfe der Präparate läßt sich auch die Zeit bestimmen, wann die Auslaugung stattgefunden hat. Sie kann nicht erst begonnen haben nach der Ablagerung und Verfestigung des Gesteins, denn dann würden sich bestimmte Wege abheben, auf denen das Wasser ganz besonders zirkulierte, und die von einer Auslaugung mehr als andere Partieen betroffen worden sind, es wäre auch nicht möglich, daß volle Aggregate und Hohlräume dicht nebeneinander liegen.

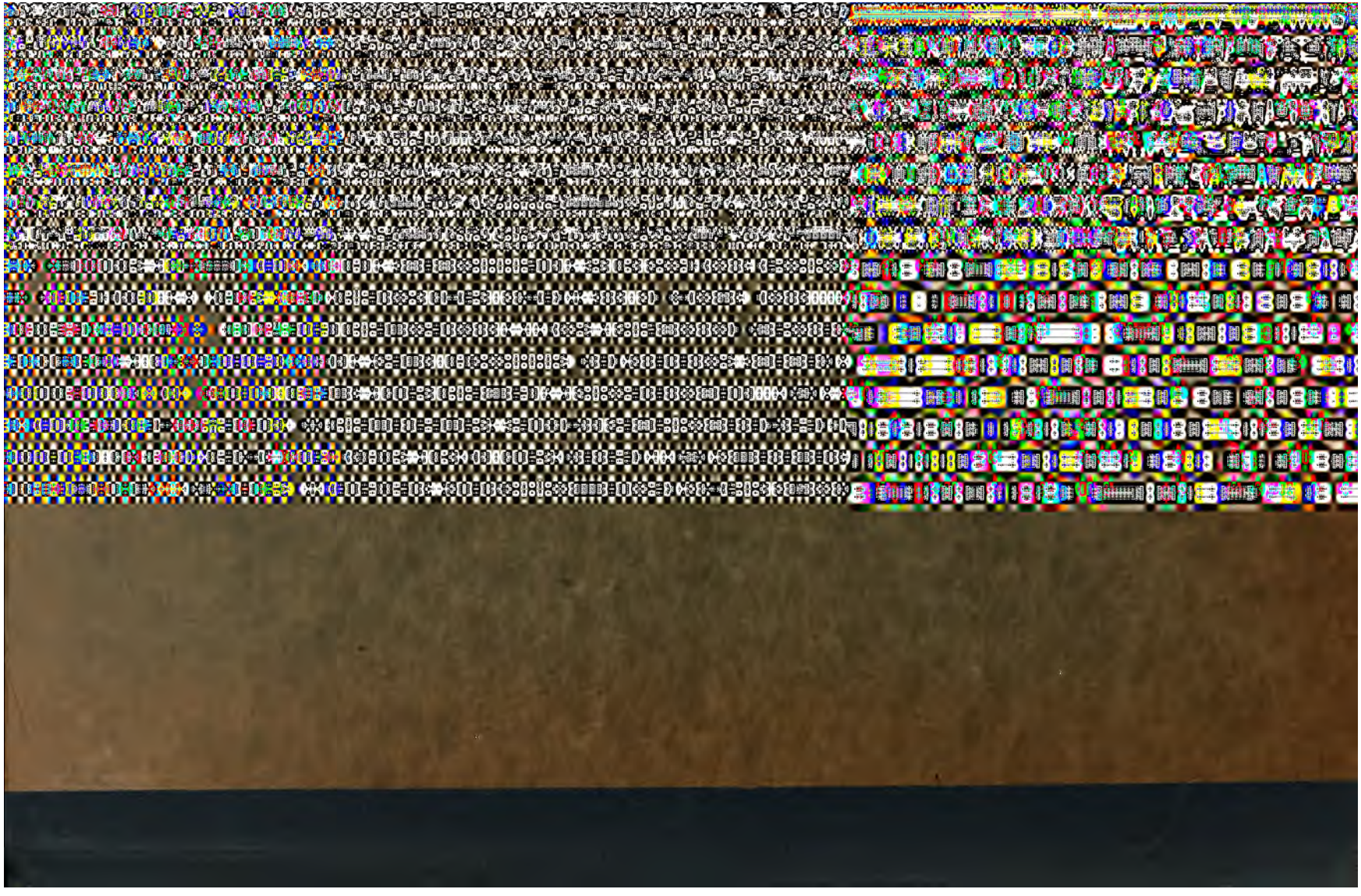
Vielmehr ist man auf Grund dieser Erscheinungen zu der Annahme genötigt, daß die Auslaugung schon vorher, also zu einer Zeit, wo sich die Aggregate noch im Wasser herumtrieben oder eben abgelagert waren, begonnen und zu Ende geführt ist. Die Auflösung fing ihre Thätigkeit bei den reinen Calcitaggregaten an, denn sobald sich die Oolithisierung einstellte, wurden die Spalten und Poren von Thonpartikelchen verstopft und damit das Eindringen des Wassers erschwert. Die immer mehr anwachsende oolithische Umhüllung sistierte endlich die Auflösung des innern Teiles ganz. Denn wenn die Thonhülle auch nur mikroskopisch klein ist, so giebt sie doch immer einen für das Wasser schwer durchdringbaren Schutzpanzer ab. Unterblieb die Oolithisierung, dann waren der vollständigen Auflösung keine Schranken gesetzt. Wie die zahlreichen

Reste aber beweisen, ist sie nicht immer so weit gegangen, sondern hat sehr häufig eine äußere Kruste übrig gelassen. Diese Vorkommnisse liefern auch den Beweis, daß die Auslaugung auch noch während der Ablagerung fortschritt; denn der Umstand, daß diese ausgehöhlten Aggregate nicht so dicht liegen, wie die vollen Körner und die echten Oolithe, spricht dafür, daß das durch den aufgelösten Kalk angereicherte Wasser bei seinem Austritt aus dem Hohlraum von seinem Kalkgehalt durch irgendwelche chemische Vorgänge befreit wurde, daß ferner der Kalk sich an Ort und Stelle niederschlug und dadurch einen Teil der Grundmasse bilden half. Daraus erklärt sich auch, wie die übrig gebliebenen Calcitkränze so innig mit der Grundmasse verschmelzen konnten.

Ob schließlich die in den inneren Hohlraum hineinragenden Kalkspatkrystalle als Reste des ursprünglichen Calcitaggregates, die von einer Auslaugung verschont blieben, oder als aus der im Innern eingeschlossenen Kalklösung ausgeschiedene Krystalle oder als Infiltrationen zu betrachten sind, mag dahingestellt sein; vielleicht hat die zweite Annahme die größte Wahrscheinlichkeit.

55215
S334

Vorliegende Arbeit wurde im mineralogischen Institut zu Jena unter Leitung des Herrn Prof. Dr. Kalkowsky ausgeführt.

Es sei mir gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Kalkowsky, für die Anleitungen und Unterstützungen, die er mir hierbei in liebenswürdigster Weise zu Teil werden ließ, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

C.1
Untersuchung de
University Libraries
32 148 491